

**АЙРИЯН ПАЙКАР ЭДУАРДОВИЧ**

**ЦВЕТНАЯ ДУПЛЕКСНАЯ СОНОГРАФИЯ  
В ДИАГНОСТИКЕ ОККЛЮЗИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
АРТЕРИЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ**

14.00.19 - лучевая диагностика и лучевая терапия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Казань, 2002 год**

Работа выполнена на кафедре лучевой диагностики Казанской государственной медицинской академии - образовательного учреждения дополнительного профессионального образования МЗ РФ, на базе Республиканской клинической больницы №2 МЗ РТ и Казанского сердечно-сосудистого центра им. Н.П.Медведева

**Научный руководитель:**

доктор медицинских наук,  
профессор БАХТИОЗИН Р.Ф.

**Научный консультант:**

кандидат медицинских наук,  
доцент ДЖОРДЖИЯ Р.К.

**Официальные оппоненты:**

доктор медицинских наук,  
профессор ЗУБАРЕВ А.В.

доктор медицинских наук,  
профессор КЛЮШКИН И.В.

**Ведущее учреждение:** Российская медицинская академия  
последипломного образования

Защита состоится «15» 948092 2005 года в 45 часов на заседании диссертационного совета Д 208. 033. 02 Казанской государственной медицинской академии — образовательного учреждения дополнительного профессионального образования (420012, г.Казань, ул. Муштары, 11).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Казанской государственной медицинской академии - образовательного учреждения дополнительного профессионального образования (420012, г.Казань, ул. Муштары, 11).

Автореферат разослан

«.....» ..... 2002 года

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
канд. мед. наук, доцент

Е.К.ЛАРЮКОВА

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** *Болезни системы кровообращения (БСК) и, в частности, окклюзирующие* заболевания артерий (церебральных, коронарных, периферических) - патология, широко распространенная как в западных индустриальных странах, так и в России. Поскольку последней стадией большинства артериальных заболеваний является окклюзия просвета артерии, введено понятие *окклюзирующие заболевания артерий*. Для *окклюзирующих заболеваний артерий нижних конечностей (ОЗАНК)* характерен длительный **асимптомный** период течения, поэтому своевременность и эффективность соответствующего лечения возможны при применении современных технических методов диагностики.

Так называемым «золотым» стандартом среди технических методов диагностики ОЗАНК в последние десятилетия являлась *цифровая субтракционная ангиография (ЦСА)* - инвазивная техника с использованием катетеров и контрастного вещества, предполагающая катетеризацию артерии и часто селективную установку катетера. Это привело к тому, что при ЦСА нижних конечностей уровень больших осложнений варьировал от 0.17 до 7% в зависимости от локализации сосудистого доступа, состояния артерии, диаметра катетера и опыта врача (Grollman J.H.Jr., Marcus R., 1988; Lilly M.P., Rechman W., Sarazen A.A.Jr. et al., 1990). Уровень локальных осложнений для **феморального** доступа составлял 9% (Abu Rahma A.F., Robinson P.A., Boland J.P. et al., 1993). Кроме того, риск, вызванный введением контрастного вещества, включает аллергические реакции и ухудшение функции почек у пациентов с предшествующей почечной патологией.

Несомненно, совершенствование современной **ангиографической** техники снизило частоту осложнений, значительно уменьшило время исследования, предоставило возможность обработки уже полученного изображения и «картирования пути» для интервенционных процедур. Однако, технической основой современной ЦСА, как и любого другого

рентгенологического метода, является, во-первых, получение проекционного изображения, а во-вторых, получение изображения только просвета сосуда, заполненного контрастным веществом. Поэтому появились некоторые сомнения относительно ЦСА, как «золотого» стандарта в выявлении всех видов патологии артерий (Иваницкая М. А., 1970; Линденбратен Л.Д., Наумов Л.Б., 1984; Рабкин И.Х., Матевосов А.Л., Готман Л.Н., 1987). Кроме вышеописанного, необходимо учитывать дороговизну ЦСА и необходимость выполнения большого количества сложных **клинико-биохимических** анализов.

Развитие медицинской техники предоставило **возможность** получать неинвазивно изображение не только просвета периферических сосудов, но и сосудистой стенки и окружающих тканей. На сегодняшний день *цветная дуплексная сонография* (ЦДС) является наиболее безопасным, информативным и экономичным методом визуализации сосудов и функциональной оценки кровотока. Поэтому ЦДС среди всех **неинвазивных** методов визуализации сосудов становится первым доступным техническим методом, применяемым после клинического обследования пациентов с подозрением на ОЗАНК (Elsman B.H., Legemate D.A., van der Heyden F.W. et al., 1996; Pemberton M., Nydahl S., Hartshorne T. et al., 1996).

Значение ЦДС не уменьшается при обследовании пациентов с выраженными клиническими проявлениями. Поскольку важной задачей является установление стадии ишемии или *хронической артериальной недостаточности* (ХАН), представилось перспективным использовать этот метод с этой целью.

ОЗАНК вызывают широкий спектр симптомов у пациентов, и на разных этапах развития медицины описание тяжести заболевания было своим. Более подробное клиническое описание тяжести артериальной патологии нижних конечностей предложил R. Fontaine, который выделял три стадии: перемежающаяся хромота (I), критическая ишемия (II) и гангрена или язвы

конечностей (III) (Fontaine R., Kim M., Kieny R., 1954; Fontaine R., 1972; Martorell F., 1972). А.В.Покровский расширил эту классификацию, разделив больных с перемежающейся хромотой в зависимости от дистанции ходьбы. Согласно этой классификации, при I стадии заболевания боли в нижних конечностях возникают после прохождения более 1000м; при ПА стадии - после прохождения дистанции **200-1000м**; при ПБ стадии, соответственно - 25-200м, при III стадии - боль в покое или при прохождении менее 25м и, наконец, IV стадия характеризуется гангреной или язвами конечностей (Покровский А.В., 1979; Ратнер Г.Л., Слуцкер Г.Е., 1995). И в настоящее время широко используют обе эти классификации, объединяя их в классификацию **Фонтена-Покровского**.

Несмотря на патофизиологическую обоснованность, классификация Фонтена-Покровского не предоставляет морфологической картины заболевания и основана на субъективных ощущениях пациента. Морфологическую картину заболевания можно получить используя ЦСА, однако, данный метод, в свою очередь, не предоставляет функциональных изменений. Конечной целью диагностики **ОЗАНЖ** является получение одновременно и морфологической, и функциональной картины, так как окклюзии одинаковой протяженности не вызывают одинакового изменения функционального состояния конечностей. По мнению многих специалистов, проблема гемодинамической значимости окклюдированных поражений требует дальнейшего изучения и служит причиной поиска новых диагностических подходов (Аронов Д.М., 1995; Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 1999). Принимая во внимание вышесказанное, нам представилось целесообразным решить эту проблему, используя только метод **ЦДС**.

Для реализации этой идеи необходимо проанализировать корреляцию между клиническими проявлениями - стадией **ХАН** и количественной показателем состояния сосудистого русла — *индексом резистивности (RI)*. Чему и посвящено настоящее исследование.

**Цель исследования.** Получение количественных характеристик кровотока у пациентов с **ОЗАНК** и их корреляция со стадиями **ХАН** по **Фонтену-Покровскому**.

**Задачи исследования.** 1. **Оценка** возможностей **ЦДС** в морфологической, топической и функциональной диагностике **ОЗАНК** с целью выбора метода и объема лечения. 2. Референтное с **ЦСА** исследование возможностей **ЦДС** в морфологической и топической диагностике **ОЗАНК**. 3. **Выявление** зависимости значения **RI** от выраженности клинических проявлений - стадии **ХАН** по **Фонтену-Покровскому**. 4. Разработка наиболее удобной для клиницистов формы **сонографического** заключения у пациентов с **ОЗАНК**.

**Научная новизна.** Впервые изучены возможности **ЦДС** как метода, предоставляющего количественную и качественную оценку **окклюзирующих** заболеваний артерий нижних конечностей.

Впервые предложен **неинвазивный** способ количественной оценки функционального состояния артерий при **ОЗАНК**, а именно определения стадии хронической артериальной недостаточности с использованием только метода **ЦДС**.

**Практическое значение работы.** Предложен способ применения **ЦДС** для объективной оценки морфологического, топического и функционального состояния артерий нижних конечностей при **ОЗАНК**, что позволяет сделать выбор рационального консервативного, **внутрисосудистого**, реконструктивного лечения и уменьшает потребность в применении инвазивной дорогостоящей и ионизирующей **ЦСА**.

**Положения, выносимые на защиту.** 1. **ЦДС** позволяет диагностировать локализацию, протяженность, степень поражения при **ОЗАНК** с точностью, не отличающейся от достигаемой с помощью **ЦСА**. 2. **ЦДС** является достоверным **неинвазивным** методом оценки морфологической и функциональной картины при **склеростенотических** изменениях, **окклюзиях**, **аневризматических** трансформациях, а также после реконструктивных и **внутрисосудистых**

вмешательств при **ОЗАНК**. **3.Индекс** резистивности, определяемый в **дистальных** сегментах артерий голени и стопы, отражает стадию **ХАН** конечности и может использоваться для ее количественной характеристики.

Апробация работы. Основные положения диссертации были доложены и обсуждены на «Республиканской научно-практической конференции» (Казань, февраль, 2000 год), международном форуме «Сердечно-сосудистая хирургия на рубеже веков» (Нижний Новгород, апрель, 2000 год), представлены в докладе на «VI всероссийском съезде сердечно-сосудистых хирургов» (Москва, декабрь, 2000 год), межкафедральной конференции сотрудников кафедр лучевой диагностики **КГМА**, хирургических болезней №2 **КГМУ**, молекулярной физики КГУ (Казань, апрель, 2002 год) и на «VI ежегодной сессии Научного Центра сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н.Бакулева (Москва, май, 2002 год).

Тезисы сообщений были опубликованы в материалах «Научно-практической конференции молодых ученых» (Казань, апрель, 1999 год), Международного симпозиума «Диагностическая медицина» (Ереван, июнь, 1999 год), «III съезда российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине» (Москва, октябрь, 1999 год), «IX всероссийского съезда хирургов» (Волгоград, сентябрь, 2000 год).

По теме диссертации опубликовано 10 печатных работ и получена приоритетная справка от 8.01.02 № гос. регистрации 2002101160 на изобретение «Способ оценки стадии ишемии нижних конечностей».

Внедрение результатов работы. Новые разработки используются в практической деятельности отделов ультразвуковой диагностики и **ангиографических исследований** Республиканской клинической больницы №2 МЗ РТ и в Казанском сердечно-сосудистом центре имени Н.П.Медведева, а также в учебном процессе кафедр лучевой диагностики **КГМА** и хирургических болезней №2 **КГМУ**.

**Объем и структура работы.** Работа изложена на 126 страницах машинописного текста. Состоит из введения, обзора **литературы**, двух глав собственных исследований, обсуждения полученных результатов, выводов, практических рекомендаций и списка использованной литературы, который содержит 93 отечественных и 164 зарубежных авторов. Работа иллюстрирована 13 таблицами и 67 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Клинический материал и методы исследования.** ЦДС была проведена 100 пациентам. Все пациенты были разделены на две группы: «морфологическую», в которой оценивались и сравнивались только морфологические изменения при ОЗАНК, и «гемодинамическую», в которой осуществлялась корреляция между стадией ХАН по Фонтену-Покровскому и значением RI. В «*морфологической*» группе было 75 пациентов в возрасте от 38 до 79 лет на различных стадиях ХАН нижних конечностей по Фонтену-Покровскому. Артерии исследовались по следующим сегментам: а)аортальный, б)подвздошный, в)бедренный, г)подколенный и д)берцовый. В этой группе пациентов ЦДС предшествовала запланированной ЦСА. Затем осуществлялось сопоставление результатов ЦДС и ЦСА в 675 сегментах, при этом **сонографическое** заключение производилось независимо от **ангиографического**. Выявленная патология была распределена по группам: I группа - сегменты со стенозами, превышающими 50% по диаметру, II группа - сегменты с **окклюзиями** различной протяженности, III группа — сегменты с **аневризматической** трансформацией и IV группа - шунтированные сегменты (таблица 1).

В дальнейшем для выявления взаимосвязи между стадией ишемии по Фонтену-Покровскому и значением RI в **большеберцовых (ББА)** и **первых дорзальных плюсневых артериях (ПДПА)** была проанализирована «*гемодинамическая*» группа из 30 пациентов в возрасте от 29 до 75 лет с



**ОККЛЮЗИЯМИ** и стенозами магистральных артерий нижних конечностей и перенесших **реконструктивные** вмешательства. Индекс резистивности (индекс **Pourcelot**) измерялся по формуле:  $RI = (V_{\text{макс}} - V_{\text{мин}}) : V_{\text{макс}}$ , где  $V_{\text{макс}}$  - максимальная (пиковая) систолическая скорость - реальная максимальная линейная скорость кровотока вдоль оси сосуда, выраженная в см/с или м/с.  $V_{\text{мин}}$  - минимальная диастолическая линейная скорость кровотока вдоль сосуда, выраженная в см/с или м/с (таблица 2). У двух пациентов, перенесших ампутации, измерения осуществлялись на одной конечности.

Таблица 1.

Распределение патологии в «морфологической» группе пациентов

№ ГРУППЫ	ВЫЯВЛЕННАЯ ПАТОЛОГИЯ	КОЛИЧЕСТВО СЕГМЕНТОВ (%)
I	сегменты со стенозами	71 (32%)
II	сегменты с окклюзиями	132 (59%)
III	сегменты с аневризмами	7 (3%)
IV	шунтированные сегменты	13 (6%)

Таблица 2.

Распределение значений RI в «гемодинамической» группе пациентов

№ ГРУППЫ	СТАДИЯ ХАН ПО ФОНТЕНУ - ПОКРОВСКОМУ	КОЛИЧЕСТВО СЕГМЕНТОВ (%)
I	0 - I	30 (26%)
II	II	56 (48%)
III	III	18 (16%)
IV	IV	12 (10%)

**ЦДС** выполнялась на аппарате "ACUSON 128 XP/10" (США).

Сканирование осуществлялось по ходу артерий в аксиальных и сагиттальных сечениях. Артерии визуализировались на всем протяжении из следующих доступов: абдоминальный, паховый, бедренный, подколенный, берцовый, плюсневой в В-режиме «серой шкалы», доплеровском D-режиме, цветном С-режиме и энергетическом Р-режиме. Использовались два типа датчиков: при абдоминальном доступе **конвексный** датчик (2.5МГц, 3.5МГц), при всех остальных - линейный датчик с частотой 5МГц и 7МГц. Используемый

доплеровский угол составлял 60°. Результаты фиксировались текстовым протоколом, записью на видеоманитофоне в режиме S-VHS и получением твердой копии на термобумаге. На обратной стороне протокола исследования на схеме, предложенной в "Topographscher atlas zur angiographie" (Byk Gulden - K.Herzog, Universitätszeichner, Tübingen), мы отмечали поражённые сегменты (рис. 1).

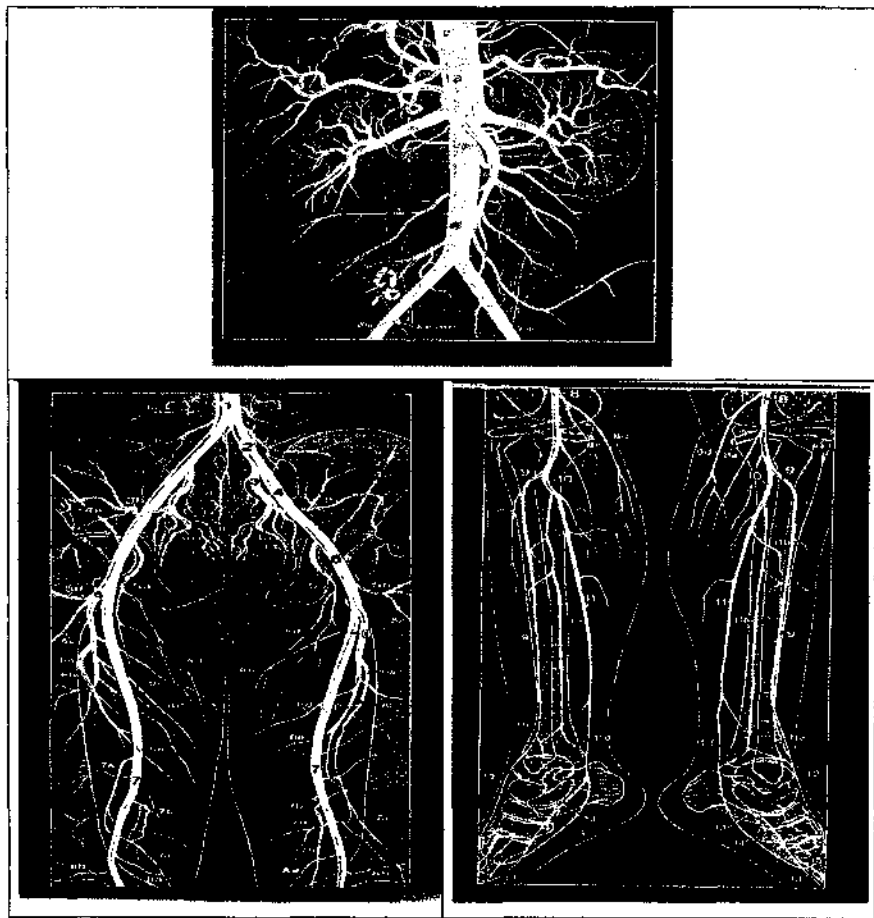


Рис. 3.10. Изображение нормальной ангиоархитектоники

ЦСА осуществлялась на ангиографическом комплексе "INTEGRIS V3000" PHILIPS (Голландия) с использованием расходного материала фирмы

«Cook» (Дания) по методике S. Seldinger (1953). Контрастное вещество («урографин», «ультравист», «омнипак») вводилось трансфemorальным, трансаксиллярным и транслюмбалным доступами в объеме, оптимальном для получения информативного изображения.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с использованием программы «Microsoft Excel-7.0» с вычислением средних значений  $\bar{X}$ , среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ), критерия Стьюдента ( $t$ ) и уровня значимости ( $p$ ). Вычисление показателей чувствительности, специфичности, точности, положительного и отрицательного предсказываемых значений, выраженных в процентах, проводилось по формулам, отраженным в таблице 3, а соответствие значению А, В, С и D определялось по таблице 4.

Таблица 3.  
Результаты референтного исследования

ПОКАЗАТЕЛЬ	ФОРМУЛА	ЗНАЧЕНИЕ
Чувствительность	$A : (A+C) \times 100\%$	6.993
Специфичность	$D : (B+D) \times 100\%$	0.936
Точность	$(A+D) : (A+B+C+D) \times 100\%$	0.975
Положительное предсказываемое значение	$A : (A+B) \times 100\%$	0.967
Отрицательное предсказываемое значение	$D : (C+D) \times 100\%$	0.986

Таблица 4.  
Алгоритм референтного анализа

Показатель	А	В	С	Д
Результат НДС в исследуемом сегменте	Патология не обнаружена	Патология не обнаружена	Патология обнаружена	Патология обнаружена
Результат ЦСА в исследуемом сегменте	Патология не обнаружена	Патология обнаружена	Патология не обнаружена	Патология обнаружена
Количество сегментов	451	14	3	207

**Результаты исследований.** В 675 обследованных сегментах «морфологической» группы пациентов была выявлена следующая патология: 1) сегменты со стенозами, превышающими 50% по диаметру, 2) сегменты с окклюзиями различной протяженности, 3) сегменты с аневризматической трансформацией и 4) стенозы или окклюзии шунтов. Под выражением «патология не обнаружена» подразумевалось отсутствие вышеописанных изменений в любом из 9 сегментов каждого пациента при проведении ЦДС или ЦСА (таблица 4). В этой группе пациентов чувствительность равнялась 99.3%, специфичность - 93.6%, точность - 97.5%, положительное предсказываемое значение - 96.7%, отрицательное предсказываемое значение - 98.6% (таблица 3).

Из 675 сегментов в 3 сегментах ЦДС была предпочтительнее ЦСА: в оценке проходимости подколенной артерии со слабым коллатеральным кровотоком (1 сегмент), в выявлении критического стеноза поверхностной бедренной артерии при развитом коллатеральном кровотоке (1 сегмент) и в выявлении проходимости бедренноподколенного шунта при критическом стенозе дистального анастомоза (1 сегмент). В 14 сегментах ЦСА была более информативной, чем ЦДС: критические стенозы принимались за окклюзию (7 сегментов), сегментарные окклюзии принимались за стеноз (7 сегментов). В целом при мультифокальных окклюзиях расхождения ЦДС и ЦСА данных о степени поражения составили около 2.5%.

Атеросклеротические бляшки выявлялись в виде гиперэхогенных или изоэхогенных наложений различной толщины на интиму и могли быть различной эхогенности (эходенсивности), однородными или неоднородными.

Стеноз в В-режиме проявлялся эксцентрическим или концентрическим утолщением интимы. В С-режиме высокая интрастенотическая скорость кровотока приводила к более яркому окрашиванию. В Р-режиме цветом отображалось уже само наличие кровотока, вне зависимости от направления движения эритроцитов. Так как преимуществом Р-режима является большая

чувствительность, то он использовался в сомнительных случаях. В **D-режиме интрастенотическая** скорость возрастала в зависимости от степени сужения, а форма спектра соответствовала магистральному измененному кровотоку. Визуальная картина и сравнительная оценка престенотической и **интрастенотической** пиковой систолической скорости ( $V_{\text{макс}}$ ) позволяли оценить степень стеноза количественно.

Окклюзия в С-режиме и Р-режиме выявлялась по отсутствию цветового картирования кровотока. По появлению цветового картирования коллатерального кровотока достоверно выявлялась протяженность окклюзии. В D-режиме в **окклюзированном** сегменте определялась изолиния, а **дистальнее** - коллатеральный кровоток. ЦДС позволяла эффективно диагностировать как протяженные, так и короткие окклюзии магистральных артерий любой локализации.

В диагностике аневризматических трансформаций ЦДС предоставляла информацию об истинных размерах аневризматического мешка, его конфигурации, толщине его стенок, наличии тромботических **эмбологенных** масс и истонченных участков стенки.

Состоятельность синтетических или **аутовенозных** шунтов достоверно выявлялась во всех случаях, даже в редких случаях неинформативности ЦСА. При этом оценивались состояние анастомозов - перегибы и сдавления, а также ход шунта. Редкие осложнения после **внутрисосудистых вмешательств** в виде гематом и ложных аневризм также достоверно выявлялись методом ЦДС.

В **«гемодинамической»** группе в 15 конечностях, соответствующих по классификации **Фонтена-Покровского 0-I** стадии, **RI** в ББА находился в пределах 1.51-1.0. В 28 конечностях, соответствующих II стадии, **RI** находился в пределах 0.92-0.41. При этом, чем меньшее расстояние проходил пациент до появления болей в конечности, тем меньше было значение **RI**. В 9 конечностях, соответствовавших III стадии, **RI** был в пределах 0.37-0.25. В 6 конечностях, соответствовавших IV стадии, **RI** находился в пределах 0.2-0 .

У тех же пациентов в 15 конечностях, соответствовавших по классификации **Фонтена-Покровского 0-I** стадии, **RI** в ПДПА находился в пределах 1.35-1.0. В 28 конечностях, соответствовавших II стадии, **RI** находился в пределах 0.89-0.40. При этом, так же, как и в ББА, чем меньше расстояние проходил пациент до появления болей в конечности, тем меньше было значение **RI**. В 9 конечностях, соответствовавших III стадии, **RI** был в пределах 0.37-0.2. В 6 конечностях, соответствовавших IV стадии, **RI** находился в пределах 0.19-0. Таким образом, была выявлена обратная зависимость величины **RI** в ББА и ПДПА от стадии ХАН нижних конечностей - *чем выше стадия ХАН, тем ниже значение RI*.

Таблица 5.

Соответствие между стадиями ХАН и **RI** в ББА и ПДПА

Жалобы пациента (п - число исследований)	Жалобнет или боли в ногах при прохождении > 1000м (п = 15)	Боли в ногах при прохождении 1000-25м (п = 28)	Боли в покое или при прохождении < 25м (п = 9)	Гангрена или язвы конечностей (п = 6)
Стадии ХАН	0 – I	II	III	IV
Среднее значение <b>RI</b> и <b>ср.квдратич.</b> отклонение в ББА	1.164 ±0.133	0.63 ±0.153	0.307 ±0.042	0.12 ±0.057
Критерий Стьюдента и уровень значимости	11.55 p < 0.001	9.89 p < 0.001	6.41 p < 0.001	
Среднее значение <b>RI</b> и <b>ср.квдратич.</b> отклонение в ПДПА	1.114 ±0.106	0.611 ±0.127	0.294 ±0.056	0.115 ±0.056
Критерий Стьюдента и уровень значимости	13.64 p < 0.001	10.15 p < 0.001	5.59 p < 0.001	

Из таблицы 5 следует, что при 0-I стадии ишемии значение **RI** в ББА и ПДПА не опускается ниже 1.0; при болях, появляющихся при ходьбе на расстояние от 1000 до 25м (II стадия), значение **RI** соответственно распределяется в пределах 1.0 - 0.4; при боли в покое или при прохождении расстояния менее 25м (III стадия), значение **RI** не превышает 0.4, а при

трофических язв конечностей или гангрене (IV стадия) значение  $RI$  равно или ниже 0.2.

Если полученные результаты колебаний  $RI$  распределить в интервалы, то можно получить **гемодинамические** (резистивные) критерии стадий ХАН нижних конечностей при ОЗАНК (таблица 6).

Таблица 6.

Гемодинамические (резистивные) критерии стадий ХАН при ОЗАНК

Стадия ХАН	0 – I	II	III	IV
Значение $RI$	$\geq 1.0$	1.0 - 0.4	0.4 - 0.2	$\leq 0.2$

Эти результаты отражены на рис. 2 и 3, где  $RI$  в ББА и ПДПА для наглядности представлены по возрастанию значений.

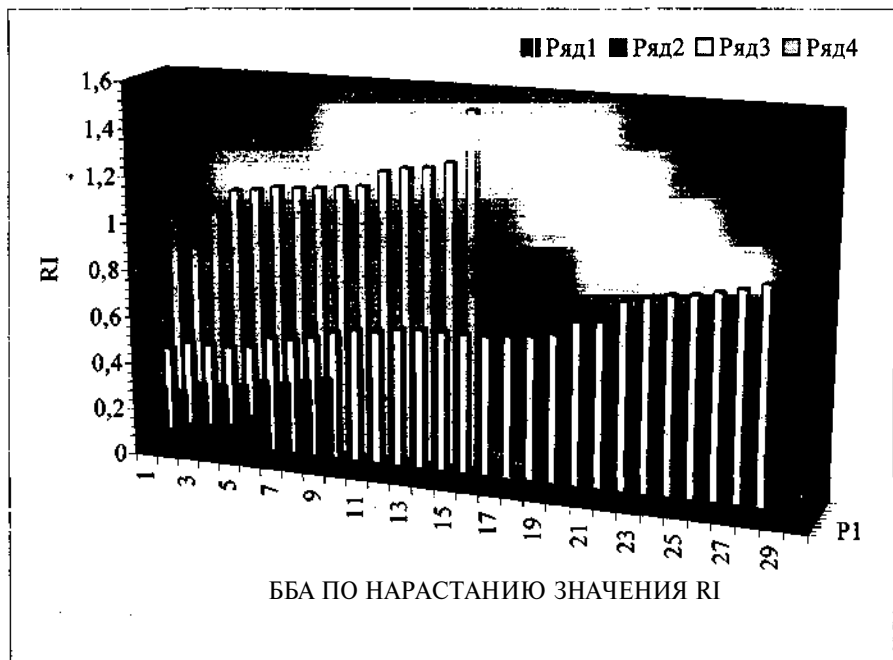


Рис. 2. Зависимость значений  $RI$  в ББА от стадии ХАН

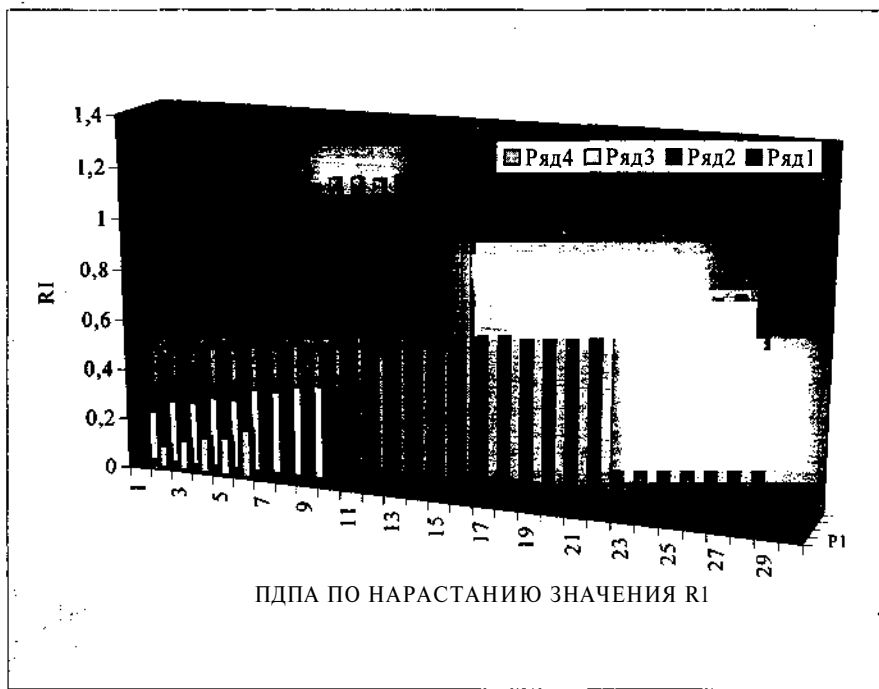


Рис. 3. Зависимость значений RI в ПДПА от стадии ХАН

То, что RI реагирует на функциональное улучшение состояния конечности после успешной внутрисосудистой или шунтирующей операции было также подтверждено. Так, у пациентов после успешной *чрескожной чреспросветной ангиопластики* (ЧЧА) артерий нижних конечностей, определялось повышение RI на уровне ББА (рис. 4, 5).

**Обсуждение.** По данным многих авторов важнейшими задачами в диагностике ОЗАНК являются: во-первых, топическая и морфологическая оценка, а, во-вторых, оценка тяжести артериальной недостаточности. Основным преимуществом ЦСА является то, что метод предоставляет клиницисту полное анатомическое изображение артериального русла. Однако, анатомическое изображение артериального русла не во всех случаях отражает



функциональное состояние конечности при ОЗАНК. А поскольку проблема гемодинамической значимости окклюзирующих поражений до настоящего времени актуальна и требует разрешения, то наличие метода, позволяющего оценить топически морфологические и количественно функциональные изменения при ОЗАНК, разрешит проблему ранней диагностики, а значит и эффективного лечения ОЗАНК. В нашей работе мы выявили возможности ЦДС в решении обеих вышеупомянутых задач и предложили метод объективной количественной оценки стадии ХАН по значению R1.

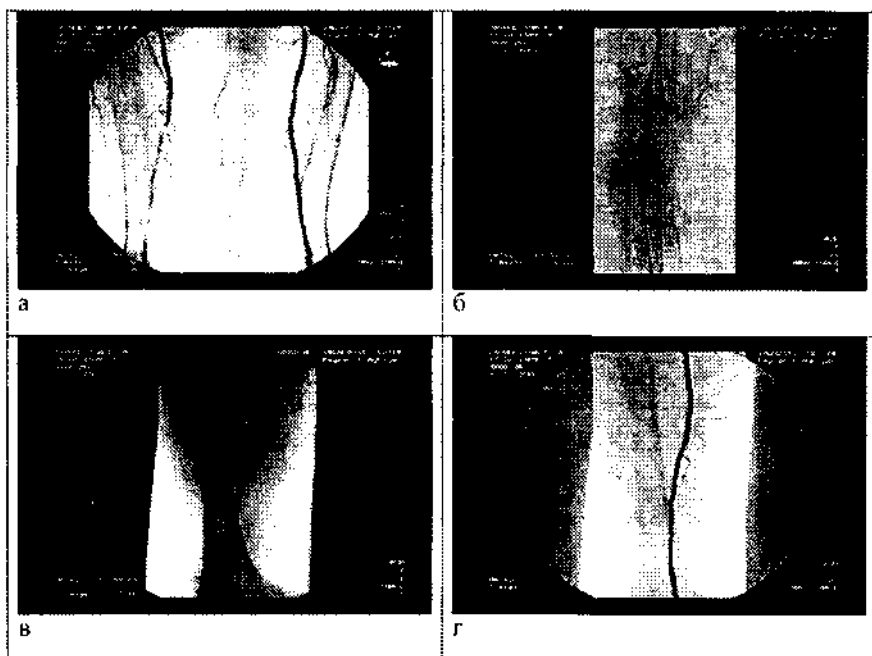


Рис.4. Пациентка З., 73 лет с атеросклерозом: а) критический стеноз правой ПБА, б) проксимальные окклюзии ББА справа (ХАН III-IV стадии), в) чрескожная чреспросветная ангиопластика ПБА и г) контрольная ЦСА.

Мы предполагаем, что, выявленное нами уменьшение значения R1 в ББА и ПДПА связано с большим сопротивлением коллатеральной сети, шунтирующей окклюзированный сегмент. Коллатеральная сеть представлена

резистивными сосудами, общая площадь сечения которых во много раз превышает площадь сечения окклюзированной артерии. При этом степень уменьшения значения  $RI$  - степень сглаживания спектральной кривой (десипации) зависит от радиуса артерий, представляющих коллатеральную сеть. Это вытекает из уравнения Пуазейля -  $Q = \pi r^4 \Delta P / 8L\eta$ , где  $Q$  - объемная скорость кровотока,  $\Delta P$  - разность давлений на концах участка артериального сегмента,  $r$  - внутренний радиус артерии,  $L$  - длина сегмента,  $\eta$  - вязкость крови. Видно, что при уменьшении  $r$  в 2 раза поток уменьшится в 16 раз, а гидродинамическое сопротивление ( $R$ ) возрастет в 16 раз в соответствии с простой формулой -  $R = \Delta P / Q = 8L\eta / \pi r^4$ .

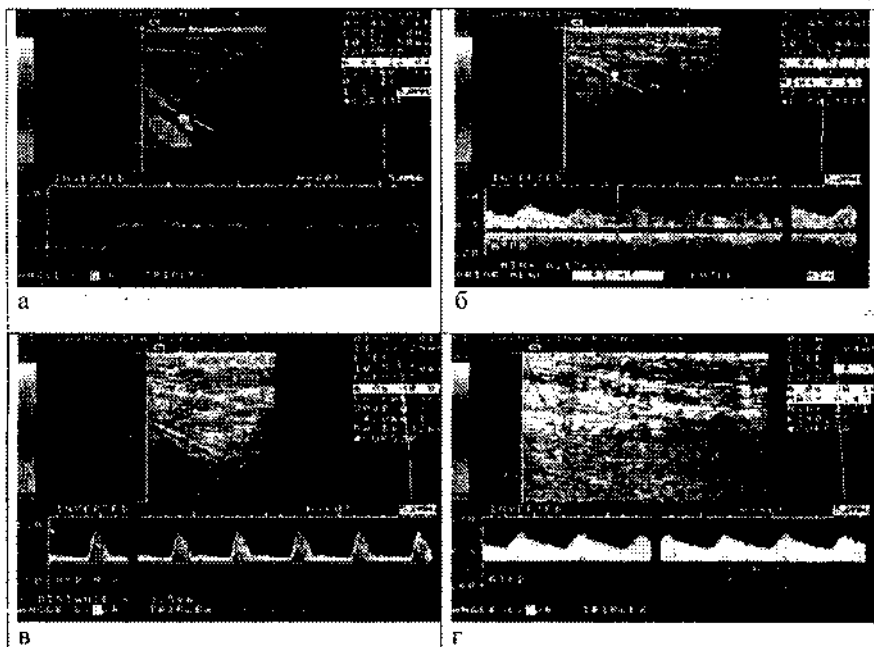


Рис. 5. Та же пациентка З., 73 лет с атеросклерозом: а) высокая  $V_{\max}$  (до 180 см/с) в стенозированном сегменте, б) низкое значение  $RI$  в дистальном сегменте задней ББА, в) уменьшение значения  $V_{\max}$  в дилатированном сегменте, г) возрастание значения  $RI$  дистальном сегменте задней ББА.

Эти изменения кривой спектра отражены на рис 6. Например, при 0-I стадии ХАН по Фонтену-Покровскому, спектральная кривая соответствует рис. 6а и 6б, при II стадии ХАН, - кривая соответствует рис. 6б и 6в, при III стадии ХАН, - рис. 6 г, а при IV стадии ХАН - кривая приближается к монофазной.

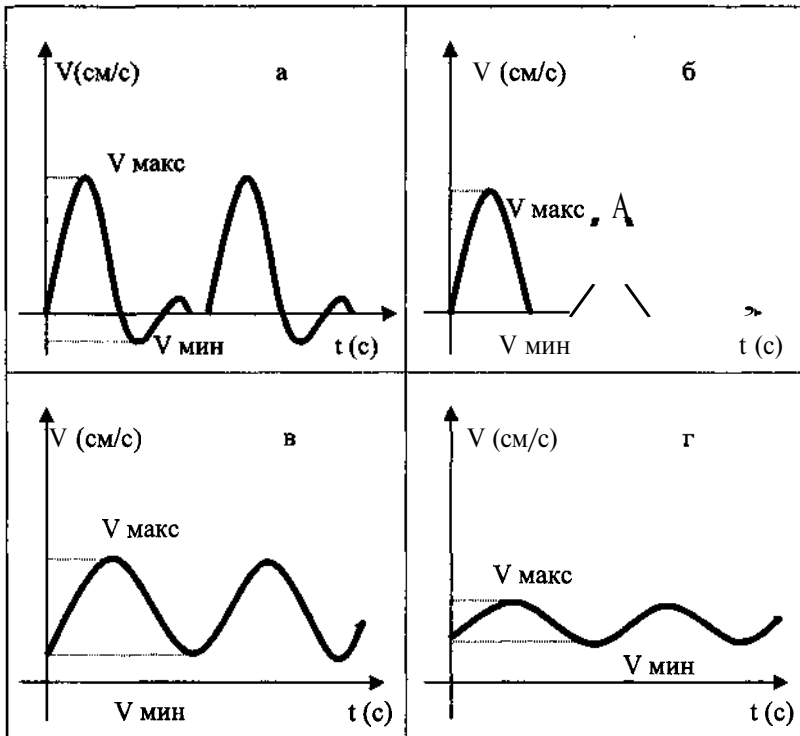


Рис. 6. Изменения спектральной кривой в ББА и ПДПА при различных стадиях ХАН нижних конечностей

Это явление подобно эффекту «компрессионной камеры» (рис. 7а и 7г), когда спектральная кривая, полученная до **окклюзированного** сегмента, трехфазная (рис. 7б), а **постокклюзированном** сегменте двухфазная - без отрицательной составляющей (рис. 7в) (Лелюк В.Г., Лелюк С.Э., 1999).

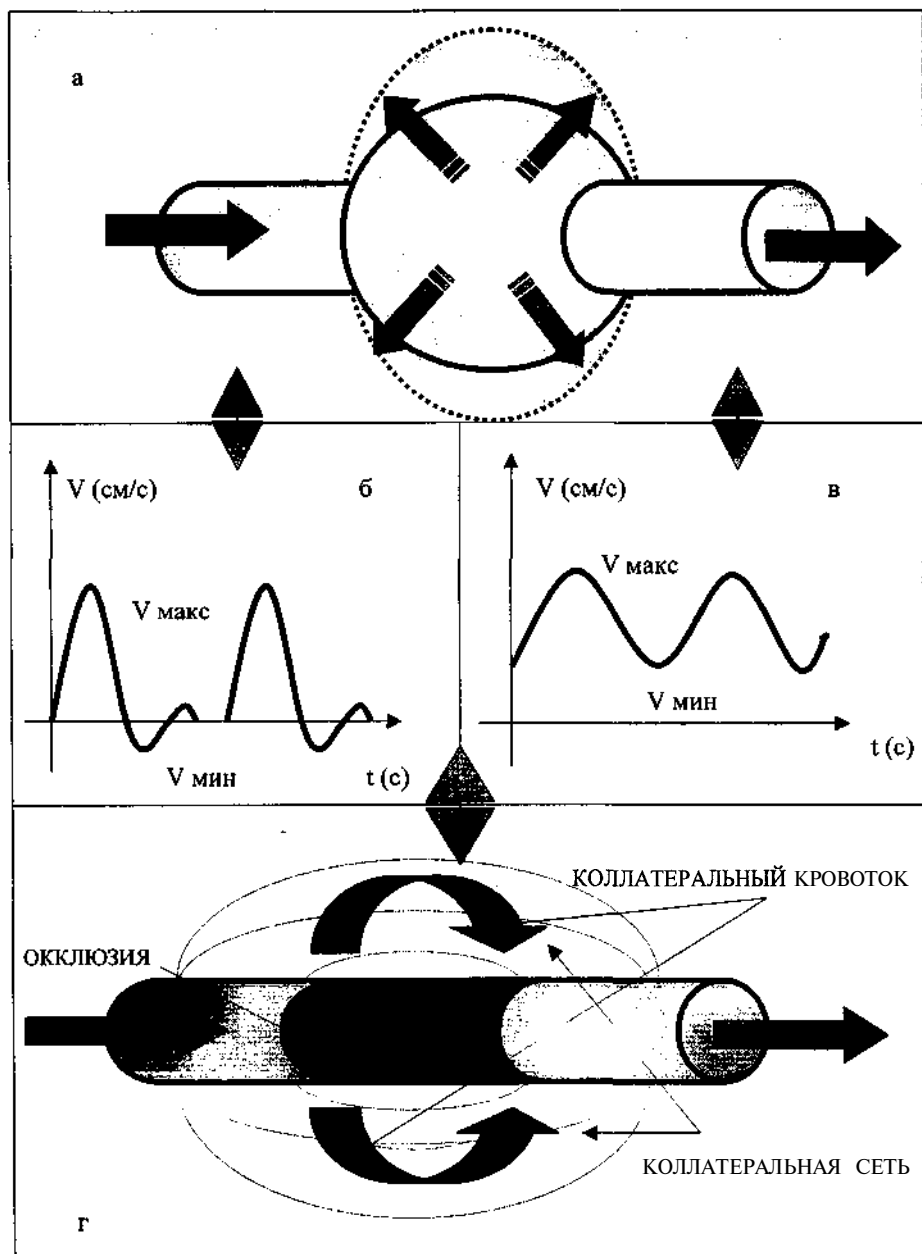


Рис. 7. Эффект компрессионной камеры при коллатеральном шунтировании магистрального кровотока

Клиницистов всегда интересует вопрос преимуществ и недостатков **метода**, предлагаемого диагностами? О **преимуществах** ЦДС можно сказать следующее. Во-первых, ЦДС позволяет оценивать состояние не только просвета (в отличие от ЦСА), но и выявлять изменения стенок артерий на клинически **асимптомных** стадиях **ОЗАНК**. На стадии выраженных **стенотических** изменений ЦДС предоставляет информацию о локализации и значимости изменений, а на стадии окклюзии т о протяженности и распространенности процесса (в отличие от обычной ультразвуковой **доплерографии**). Во-вторых, ЦДС предоставляет информацию о функциональном состоянии конечности и адекватности коллатерального кровотока при ОЗАНК. Мы пришли к заключению, что при артериальных окклюзиях нарастание ишемических нарушений приводит к уменьшению **RI** в **дистальных** сегментах артерий голени и, в частности, в задней ББА и ПДПА. И, наконец, преимуществом ЦДС на сегодняшний уровень знаний является безвредность и возможность неоднократных исследований.

**Недостатками** ЦДС являются, во-первых, технические **трудности**, имеющие место при абдоминальном доступе у пациентов с ожирением и метеоризмом, а, во-вторых, невозможность демонстрации всего «сосудистого дерева». К недостаткам можно отнести и то, что чаще встречаются артефакты, отсутствуют костные ориентиры, менее стандартизованы результаты обследования, а также то, что разрешающая способность существенно зависит от квалификации исследователя.

Поэтому, можно сказать, что ЦДС является методом, объединяющим в себе возможность топической диагностики ОЗАНК и объективной количественной оценки функционального состояния конечности. ЦДС эффективна в выборе метода лечения, который может быть медикаментозным, **внутрисосудистым** и хирургическим реконструктивным. А после реконструктивных и **внутрисосудистых** вмешательств ЦДС позволяет

достоверно оценивать состоятельность шунтов и функциональные изменения **дистального** кровотока.

Таким образом, **ЦДС** становится многообещающей альтернативой как в скрининговом обследовании пациентов, страдающих **ОЗАНК**, для выбора метода лечения, так в контроле после лечения. В отличие от ЦСА, ЦДС артерий даёт дополнительную информацию о сосудистой стенке, окружающих тканях и, самое главное, о функциональном состоянии артерий нижних конечностей. Хотя, в ближайшее время ЦДС не заменит полностью ЦСА, однако, информация об анатомии и гемодинамике, полученная методом ЦДС, может ещё больше сузить критерии применения инвазивной и несущей ионизирующее излучение ЦСА.

## ВЫВОДЫ

1. ЦДС является уникальным неинвазивным методом, объединяющим в себе возможность морфологической оценки степени поражения, топической диагностики протяженности **ОЗАНК** и объективной оценки функционального состояния конечностей, что может эффективно применяться в выборе метода лечения, оценке адекватности проведенного лечения и последующем контроле.
2. ЦДС в морфологической и топической диагностике **ОЗАНК** в большинстве случаев позволяет заменить инвазивную и ионизирующую ЦСА, так как является чувствительным (99.3%), специфичным (93.6%), точным (97.5%) и достоверным (положительное предсказываемое значение - 96.7%, отрицательное предсказываемое значение - 98.6%) методом, а на начальных стадиях **ОЗАНК** и в диагностике проходимости шунтов даже предпочтительнее ЦСА.
3. Индекс **резистивности (RI)** является статистически достоверным критерием оценки функционального состояния конечностей ( $p < 0.001$ ), так как выявлена обратная зависимость величины индекса резистивности в задних

ББА и ПДПА от стадии ХАН нижних конечностей - чем выше стадия ХАН, тем ниже значение **RI**. При отсутствии жалоб или болях, появляющихся при прохождении более 1000м, значение **RI** не **опускается** ниже 1.0 ( $1.139 \pm 0.119$ ); при болях, появляющихся при ходьбе на расстояние от 1000 до 25м, значение **RI** соответственно распределяется в пределах 1.0 - 0.4 ( $0.621 \pm 0.139$ ); при боли в покое или при прохождении расстояния менее 25м, значение **RI** не превышает 0.4 ( $0.301 \pm 0.029$ ); а при трофических язвах конечностей или гангрене значение **RI** равно или ниже 0.2 ( $0.118 \pm 0.038$ ).

4. **Сонографическое** текстовое заключение исследования пациента с **ОЗАНК** должно содержать не только выявленные количественные **гемодинамические** показатели, но и сопровождаться схематическим изображением морфологических изменений и топике поражения, что удобно для **ангиологов** и важно при планировании дальнейшего **внутрисосудистого** и **реконструктивного** лечения.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

- **ЦДС** рекомендуется использовать в качестве первого метода топической диагностики **ОЗАНК**, в повторных исследованиях артерий нижних конечностей после консервативного или инвазивного лечения.

- **ЦЦС** рекомендуется в качестве объективного количественного метода оценки стадии ХАН при **ОЗАНК** с учетом обратной зависимости величины **RI** в **дистальных** сегментах ББА и ПДПА от стадии ХАН нижних конечностей - чем выше стадия ХАН, тем ниже значение индекса резистивности.

- Текстовое **ЦЦС** заключение рекомендуется сопровождать удобным для клиницистов изображением морфологических и **гемодинамических** изменений.

## СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ультразвуковая **артериография** при **окклюзионных** поражениях периферических артерий. // Материалы научно-практической конференции молодых ученых. - Казань, 1999. - С. 126-129 (совместно с Ф.Т. Хамзиной, **Э.Н.Гурьевым**, С.В.Курочкиным).

2. Ультразвуковая артериография при окклюзионных поражениях артерий нижних конечностей. // Материалы международного симпозиума «Диагностическая медицина» - Ереван, 1999. - С. 24 (совместно с Р.Ф.Бахтиозиным).

3. Ультразвуковая диагностика окклюзионных заболеваний периферических артерий. // Материалы 3-го съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине. — Москва, 1999. - С. 29-30.

4. Ультразвуковая диагностика **окклюзирующих** заболеваний артерий и объективная оценка стадии ишемии. // Материалы Шестого всероссийского съезда сердечно-сосудистых хирургов. - Москва, 2000. - С. НО (совместно с Р.К.Джорджкиа, А.Р.Садыковым, Т.Н. Обуховой).

5. Цветная дуплексная **сонография** в диагностике артериальной и венозной патологии. // Материалы конгресса «Сердечно-сосудистая хирургия на рубеже веков». - Нижний Новгород, 2000. - С. 22 (совместно с Р.К.Джорджкиа, **М.Ф.Тухбатуллиным**, Г.И.Харитоновым).

6. Цветная дуплексная сонография в диагностике и лечении тромбозов вен нижних конечностей. // Материалы Девятого всероссийского съезда хирургов. - Волгоград, 2000. - С. 243-244 (совместно с Р.К.Джорджкиа, Р.Ф.Бахтиозиным).

7. Возможности **ЦДС** в диагностике и хирургическом лечении рецидивов варикозной болезни нижних конечностей. // Материалы Третьей конференции ассоциации флебологов России. — Ростов-на-Дону, 2001. —



С.47-48 (совместно с **Р.К.Джорджия, Р.Ф.Садековым, И.И.Вагизовым, В.А.Луканихиным, Р.Г.Давлетшиным, Г.И.Харитоновым**).

8. Современные аспекты хирургического лечения варикозной болезни нижних конечностей. // Материалы Третьей конференции ассоциации флебологов России. — **Ростов-на-Дону**, 2001. — С.48-49 (совместно с **Р.К.Джорджия, Р.Ф.Садековым, А.Р.Садыковым, И.И.Вагизовым, Д.З.Хасановым, Э.А.Вергасовым**).

9. Значение индекса резистивности в оценке стадии хронической артериальной недостаточности нижних конечностей и эффективности лечения. // Материалы Шестой ежегодной сессии Научного центра сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева, РАМН — Москва, 2002. - С. 66 (совместно с **Р.К.Джорджия, М.Г. Тухбатуллиным**).

10. Цветная дуплексная **сонография** в объективной количественной оценке стадии ишемии нижних конечностей // Эхография. - 2002. - Т.3. - №4. -С. 361 – 365.

## **ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Получена приоритетная справка от 8.01.02 № гос. регистрации **2002101160** на изобретение «Способ оценки стадии ишемии нижних конечностей», авторы: Айриян П.Э., Бахтиозин Р.Ф., **Джорджия Р.К.**